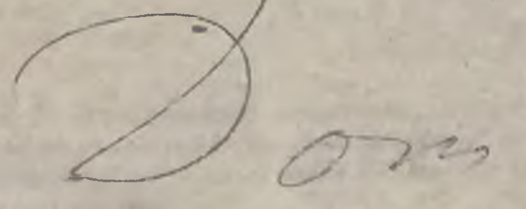
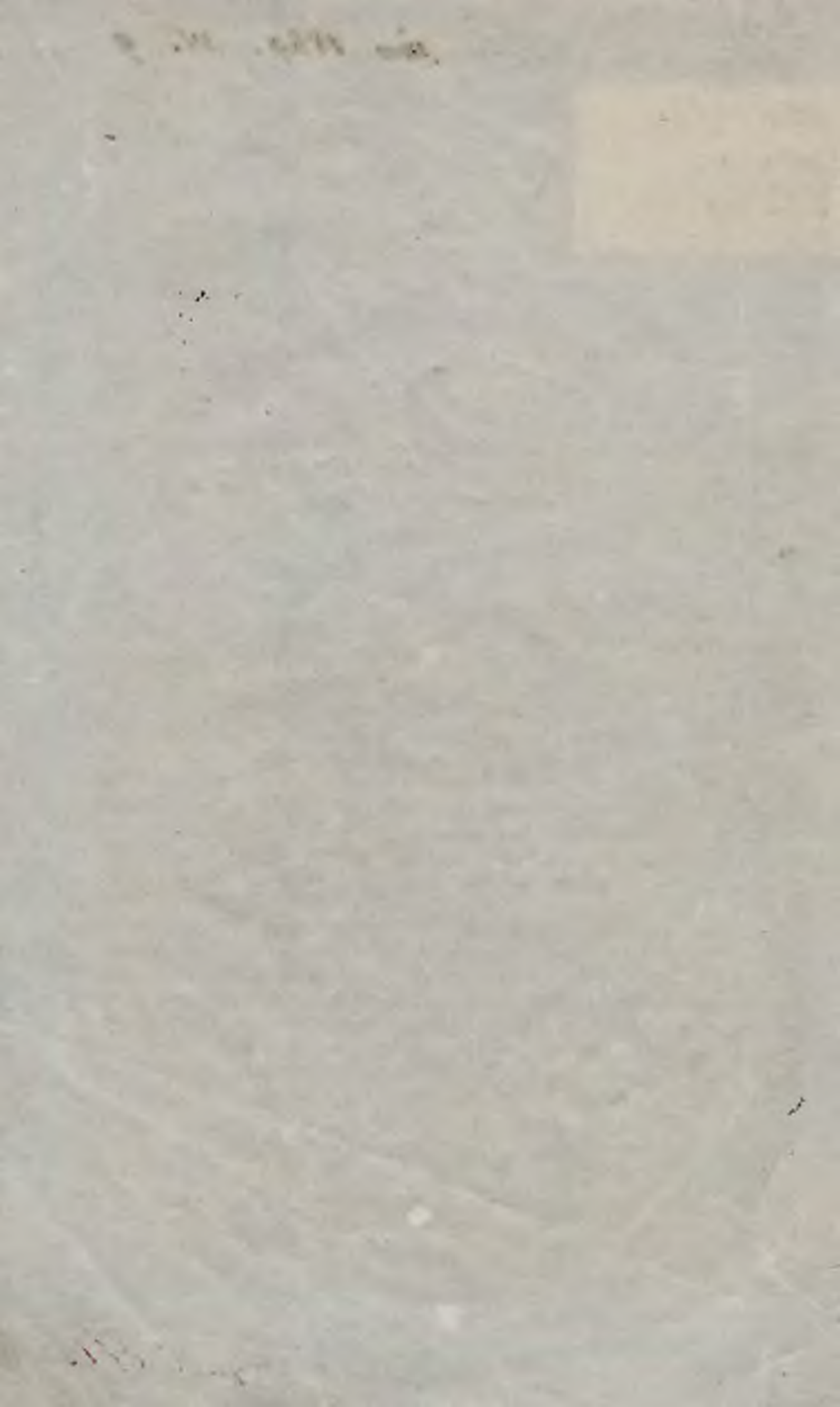
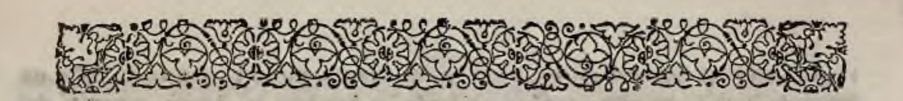
mu 1869. VI. 9.












*METALURJIA de la amalgamacion americana, como ha sido descrita i puesta en práctica por los beneficiadores americanos i como se debe considerar en el estado actual de la ciencia, por Ignacio Domeyko.*

Pocos ejemplos de invenciones mas útiles i mas productivas presenta la historia de industria en los últimos siglos que la amalgamacion americana, invencion debida al jénio emprendedor i actividad de los primeros esploradores del nuevo Continente. Nacida de una rutina laboriosa i observadora, puesta en práctica i perfeccionada por hombres de profesion en todas las Américas españolas, organizada en un método completo de beneficio i de ensayes, sometida a reglas fijas i racionales, puso talvez un medio millar de márcos de plata en circulacion, ántes que los hombres de ciencia vinieran a esplicar o mejor diré a proponer teorias para la esplicacion de las reacciones mui singulares i complicadas que acompañan este método. No por eso hemos de creer que los beneficiadores a quienes se debe el desarrollo i perfeccion de esta invencion, hayan esperado dos siglos i medio que la ciencia les enseñase a raciocinar i dar verdaderas razones de lo que hacian i debian de hacer. Todo hombre intelijente, que a fuerza de su laboriosidad llega a obtener resultados positivos, útiles i evidentes de su trabajo, por mas que se le llame práctico, rutinero, guiado por cierto instinto, casualidad o feliz inspiracion, raciocina a su modo, busca i da razones de lo que hace, junta i anuda sus conocimientos prácticos en una teoría que viene tras del descubrimiento, i con la cual se crea un nuevo lenguaje, nuevos términos, intelijibles solo a los que ponen la mano en la obra. Si el hombre de ciencia, el sábio, no los entiende, peor para él: no es la culpa del inventor o del *práctico*: muchas veces el orgullo o una falsa ilustracion por una parte, i la desconfianza o preocupacion por la otra se ponen de por medio para impedir el mútuo entendimiento, i sucede que solo a [illegible]ta de años, las dos teorías, es decir, la rutinera llena de términos mui anim[illegible]oéticos, orijinales, en los que se refleja el jénio del descubridor, i la teoría dada por la ciencia, mas severa i exacta en sus términos, se encuentran i se dan la mano:—se reconcilian.

La historia del método de amalgamacion americana nos comprueba de cierto modo lo que acabo de decir. En todo el siglo pasado, siglo en que las ciencias físicas

i esperimentales tomaron un vuelo tan rápido como seguro i la metalurjia halló un buen apoyo en la química, poco se cuidaron los hombres de ciencia europeos del estado de industria en nuevo mundo. Inmensidad de barras de plata i de oro recibia el antiguo mundo del nuevo sin averiguar de qué modo, con qué trabajo i mediante qué arbitrios se estraian esos preciosos metales del seno de la tierra. Creíase que el suelo americano estaba sembrado de plata i oro ya *hechos*, i que no tenia mas que inclinarse el hombre para recojer esas prodijiosas riquezas. A nadie se le ocurria pensar que la jeneralidad de minerales de Méjico de donde sacaban millones de marcos de plata eran mas pobres i mas rebeldes al beneficio que muchos de los metales de plata de Sajonia i Hungría.

Lo poco que se sabia en Europa del estado del laboreo de minas i del beneficio de sus minerales en América de aquel tiempo, apénas era suficiente para dar una idea la mas triste de la industria de estos paises, i la mas inexacta de sus recursos. Entretanto, las artes i las ciencias aplicadas a la minería adelantaban en Europa, particularmente en Alemania. Descubrióse un método particular para la amalgamacion mui rápida i casi completa con poca pérdida de mercurio en Freyberg, i sus resultados eran prodijiosos. Con nada mas que eso mandó Su Majestad Católica una comision a lo que llamaba sus dominios del nuevo mundo, compuesta de buenos injenieros alemanes, para que sustituyesen aquel método *rutinero* americano, por el de Freyberg. Nada, segun parece faltaba a los comisionados: dinero, máquinas, obreros i órdenes a los vireyes, gobernadores, todo lo puso a disposicion de los mensionados injenieros el gobierno español.

El único resultado que ha tenido esta espedicion ha sido un corto cuaderno, un librito que escribió i publicó uno de los injenieros Sonnenschmid (1) sobre el método de amalgamacion americana i las ventajas que ésta llevaba al método sajon en los parajes donde se beneficiaban los minerales de plata en América. El hecho fué que se reconoció como impracticable la introduccion del método sajon en el nuevo Continente, i se abandonó la empresa; mas el corto librito de Sonnenschmidt llamó la atencion de los químicos i metalurjistas europeos hácia el beneficio americano, al cual principiaron a dar un lugar mui honroso en sus tratados. Desde entonces Karsten, Boussingault Fournel Bowring i últimamente Malaguti i Durocher dieron a conocer sus esperimentos e investigaciones hechas con el ánimo de aclarar i mejorar si se puede el método de amalgamacion americana; mas hasta ahora reina se puede decir, cierta ambigüedad e incertidumbre o inexactitud en las descripciones que se suele dar de este método en las obras científicas, a lo ménos no se conoce ninguno que abraze todas las modificaciones que se ha dado en la práctica a este método, i todos los pormenores del trabajo con sus términos i razones que dan los beneficiadores para cada operacion.

El mejor modo de suplir esta falta, segun creo, seria presentar este método en la misma luz en que lo ven los beneficiadores del *patio,* en los mismos términos i si se quiere con las mismas preocupaciones con que suelen hablar de su oficio estos hombres de profesion, conciensudos i prolijos, tratando de poner en parangon sus ideas con las que nos suministra la ciencia. A este pensamiento me ha dado motivo la casualidad que dejó caer en mis manos un manuscrito orijinal de un beneficiador de Oruro escrito en 1781.

El autor don Juan de Alcalá i Amurrio natural de la villa de San Felipe de Oruro no era hombre rico, capitalista ni minero, como lo da a entender en su prólogo e introduccion, beneficiador de profesion ocupado en toda su vida en cuidar la hacienda ajena i en beneficiar los *metales* de su *patron.* Hombre concienzudo, de mucha esperiencia i observador, escribe este libro para su hijo, legándole

(1) Tratado de amalgamacion de Nueva España por Sonnenschmidt Paris 1825.

todo su saber, la única herencia talvez que le cupo en suerte dejar. Su libro posee en gran parte el mérito de aquellas buenas cualidades que se suele notar en las obras no escritas para la publicacion i que rara vez hallamos en los libros cuyos autores desde el primer renglon hasta el último estan constantemente preocupados de la inmensidad del mundo que han de recorrer sus ideas. En este pequeño i humilde escrito se refleja lo que en tiempos antiguos habia sido un *beneficiador* de profesion, su carácter, su lenguaje, sus ideas, sus conocimientos i su capacidad. Bórrase talvez i cada dia toma otro carácter el tipo que este ramo de industria se habia creado entre los americanos españoles, i no será sin interes que conservemos la memoria de algunos rasgos característicos de la existencia de un hombre de esta naturaleza, de quien quizá no se acuerdan ni en su hogar doméstico ni entre los suyos.

Con este propósito, bajo tres puntos de vista examinaré el indicado manuscrito: en primer lugar con respecto a sus tendencias morales, que revelan en su prólogo un carácter llano, humilde, justo, independiente, laborioso i concienzudo; en segundo lugar, en lo relativo a su lenguaje i términos técnicos que a la par de señalar a nosotros el verdadero sentido de muchas palabras i espresiones que se usan entre los mineros i beneficiadores, i el oríjen de varios términos profesionales conocidos en Chile, nos presentan un modo de espresarse mui orijinal, animado, que habla a un tiempo a la imajinacion i al buen sentido; estudiaremos en tercer lugar este mismo manuscrito bajo el punto de vista profesional i práctico, fijándonos en las reglas que prescribe para el beneficio, i en ellas haremos cierta coincidencia i acuerdo con las ideas nuevas i científicas que nos presenta el arte i la ciencia moderna.

Dice en su introduccion el autor, dirijiéndose a su hijo: «mucho tiempo há, hijo mio, que me has hecho inisiativa en órden a que te enseñe el beneficio del azogue en los metales de plata, i no te lo he querido conceder, movido del amor que te tengo porque no quisiera que vivieras de un ejercicio tan peligroso para el alma, i tan odioso en esta vida temporal; peligroso, porque quien vive de ejercitarse en esta ciencia entregándose a hacienda ajena debe estar mui vijilante, poniendo toda aplicacion i cuidado con asistencia contínua, sin omitir la menor dilijencia, ni embarazarse en otra ocupacion, porque es una materia esta de beneficio, tan delicada que al punto que el beneficiador, por acudir a otro negocio, tiene cualquier descuido, le resulta muchos daños, i son en menoscabo de la hacienda que está a su cargo: mira si en esto hijo mio, no tienen los beneficiadores mui arriesgada la salvacion, pues si de cualquier descuido nace el gravar la conciencia de muchas neglijencias i omisiones ¿qué resultará? un cargo de restitucion gravísimo. Porque menoscabando a uno la hacienda se le quita la honra, que en este lastimero siglo, la hacienda es la honra, i perdiendo ésta, sin aquella no hai vida. I ¿qué paradero tendrán o habrán tenido los beneficiadores que sobre no entender bien el beneficio, con los descuidos o neglijencias, han destruido en este ramo muchos caudales hasta dejar a los dueños por puertas?»

Llegando en seguida al capítulo en que principia a dar reglas para el beneficio, pone ante todo por la primera lo que llama *Doctrina* del *Beneficiador* i en que se espresa del modo siguiente:

«En todo cuanto obres nunca lo comuniques, sin ponerlo en manos de Dios, pidiendo a su Divina Majestad el buen suceso, a quien atribuirás siempre tus aciertos por lo cual le darás repetidas gracias, i a ti te atribuirás los mayores yerros i defectos.»

«La hacienda ajena i todo lo demas manejarás con temor a Dios i caridad al prójimo, huyendo siempre de los pecaminosos i apartándote de todo lo que te pueda ocasionar o hacer cosas que no sean del agrado de Dios. Con el dueño de la hacienda que estuviera a tu cargo procurarás tratar siempre verdad; i con todos los yerros

i descuidos que tuviéses confiésalos, no por dejarlos fabriques mentiras, que ménos cuesta confesar la culpa que buscar la disculpa.

«En la manufactura ni en nada te fies de los indios, dejándoles la ejecucion de cualquiera obra, a todo te has de hallar presente. Porque el beneficiador todo puede disponer, mandar i dar órdenes a los que le han de hacer todo, que son los indios. Por mano de estos corren los repasos de los cajones, o por mejor decir, por sus pies, i ellos son los que echan o hacen todo lo contrario: de modo que en vez de aprovechar hacen mucho daño. Ellos son hijo mio, vuestros enemigos encubiertos, i como no nos pueden hacer daño en otra cosa, lo hacen en ejecutar todo al revez lo que se les manda, para que de ello resulte nuestro daño. Pero no por esto les tengas odio, ni les agravies ni trates mal, ni de obras ni de palabras, que son prójimos, pobres i desvalidos, los debemos amparar. Que el conocimiento de que no nos quieren no debe servir sino para que no nos fiemos de ellos en la menor cosa.

«Acostumbrate pagarles bien i puntualmente su trabajo i su sudor, que es grande, i amarlos interinamente, i en lo esterior no se lo muestres porque no es jente llevada por amor.—de modo que siempre te vean el semblante mui entero.»

Confesemos que donde quiera que haya hombres de profesion que en la enseñanza de su oficio a sus hijos procuren inspirarles principios i sentimientos de esta naturaleza, puede bien el código descanzar sobre el principio de «la verdad sabida i buena fé guardada» sin ocurrir a complicadas formas de procedimientos judiciales i tramitaciones.

Pasando ahora a la parte tercera i las reglas que se dan en este manuscrito para el beneficio de los minerales de plata, principiaré por esponer del modo mas conciso posible en qué manera la ciencia moderna concibe i esplica todo el método de amalgamacion americana, tomada en su mayor jeneralidad i aplicacion a toda especie de minerales.

Nadie ignora que el mercurio es el ajente principal en este beneficio, empleado para recojer toda la plata contenida en el mineral, con la cual ha de formar una amalgama i esta amalgama, separada de las tierras, lavada i destilada da al beneficiador su plata en piña. Pero el mercurio no se amalgama con facilidad sino con la plata nativa mui dividida; cuesta tiempo i trabajo amalgamarlo con la plata sulfúrea, mas tiempo todavia para unirlo con la plata córnea, i las dificultades aumentan todavia mucho mas cuando se trata de unir el mercurio con la plata contenida en los súlfuros dobles i pulisúlfuros metálicos. En todos estos casos, ménos el de la plata nativa, el mercurio, al reducir los súlfuros o los cloruros i clorobromuros pasa él mismo al estado de súlfuro cloruro o bromuro i se pierde, ocasionando grandes perjuicios al minero. Cuando la plata es sulfúrea, sola o combinada con otros súlfuros (rosicler, polibasita, cobre gris, plata gris etc.,) no se conoce medio alguno para remediar a esta pérdida de mercurio o para abreviar el tiempo; mas, cuando la plata es córnea (cloruro o clorobromuro) es fácil disminuir dicha pérdida i abreviar el beneficio mediante algun metal mas clorurable que la plata, como son el estaño, el plomo, el hierro o el zinc, los que quitaran el cloro i el bromo a la plata córnea i entregarán la plata al mercurio en el acto. Hai pues ventaja en clorurar todos los minerales de plata sulfúreos ántes de someterlos a la accion del mercurio o en presencia del mercurio, i el verdadero método americano consiste en conseguir este fin sin gastar mucho en fundiciones, hornos o combustibles.

La cloruracion marcha por este método en presencia del mercurio, simultáneamente con la amalgamacion. Se la produce el beneficiador americano mediante la sal i el sulfato de cobre o persulfato de hierro, conocidos bajo el nombre de *majistral*. Fijémonos en el primero, cuyo uso es mas jeneral i de accion mas enérjica.

El sulfato de cobre introducido en el mineral molido con la sal bien mezclado i

humedecido, da lugar a una descomposicion recíproca entre las dos sales; fórmanse sulfato de sosa i cloruro de cobre: el primero queda talvez inerte, mas el segundo obra desde luego sobre los súlfuros, i particularmente sobre el súlfuro de plata. De esta accion nacen en primer lugar, subcloruro de cobre, cloruro de plata i el azufre que se acidifica por el oxíjeno del aire, i luego este subcloruro de cobre obrando sobre otra cantidad de plata sulfúrea, da lugar a le formacion de cobre sulfúreo, cloruro de cobre, plata clorurada i plata metálica. Presente a todas las reacciones el mercurio absorve ante todo las partículas de plata metálica recien reducida o en el acto de reducirse, i ejerce su accion a un tiempo sobre la plata clorurada recien nacida, quitando el cloro i uniéndose con el metal: de lo que en último resultado se obtiene amalgama i subcloruro de mercurio. La primera se logra el último se pierde sino emplea algun artificio el beneficiador para quitarle el cloro. En fin, el exceso de sal no hace otro papel que el de disolvente, para disolver por una parte el subcloruro de cobre, por la otra el cloruro de plata, facilitando la accion entre ellos segun el antiguo adajio: corpora non agunt nisi soluta.

Todas estas reacciones se reproducen unas tras otras lenta i gradualmente, prolongándose en ciertas ocasiones la operacion por mas de dos meses, durante lo cual se mueven i se revuelven las mezclas, para poner las diversas partes del mineral del mercurio i de las sales unas con otras, pero en este mismo tiempo tres accidentes mui perjudiciales al beneficio pueden ocurrir.

En primer lugar, si hai exceso de sulfato de cobre (el majistral), se formará un exceso de cloruro de cobre i este último no solamente obrará sobre la plata sulfúrea i sus compuestos sino tambien sobre el mercurio, i una gran parte de este último pasará al estado de subcloruro aumentándose mucho su pérdida.

En segundo lugar, si falta sulfato de cobre, faltará tambien cloruro de cobre, i en tal caso el mercurio en lugar de obrar sobre el cloruro de plata obrará sobre los súlfuros i se fomará harto *deshecho* que es mezcla de mercurio sulfúreo, oxidado i subdividido metálico. La amalgamacion será lenta, pues el mercurio solo obra mas lentamente sobre la plata sulfúrea i sus compuestos que interviniendo en su accion la de cloruro de cobre.

En el primer caso hai exceso de materia clorurante, la seña del mal se nos revela en la presencia del subcloruro de mercurio, que aparece con su aspecto terroso i color blanco o blanquesino en la superficie misma del metal, i el remedio mas pronto para este mal consiste en agregar cal o ceniza que con sus bases mas enerjicas que el óxido de cobre destruirán el exceso de sulfato ántes que éste produjiera todo su efecto; o bien, si el mal se ha hecho en gran parte i si se quiere impedir que aumente la formacion de subcloruro de mercurio, agregan estaño i plomo mui dividido, en estado de amalgama, para que estos metales se apoderen del cloro.

En el segundo caso, predominando la accion de las materias sulfúreas, la seña del mal consiste en la aparicion de manchas negruzcas en la superficie del mercurio o en un aspecto claro i lustroso de su superficie, apesar de la presencia de una cantidad notable de parte metálica del mineral que permanece indiferente a la accion del mercurio. El remedio mas natural para este mal es de aumentar la cantidad de majistral.

En fin, las últimas investigaciones de Malaguti i Durocher comprueban que cuando los minerales de plata sometidos a la accion de cloruro de cobre contienen mucha dósis de galena i de otros súlfuros metálicos, de arseniuros i sulfoarseniuros, el cloruro de cobre ántes de atacar la plata sulfúrea obra sobre todos estos compuestos i los clorura quedando el súlfuro de plata intacto. de manera que en tal caso resultaria gran consumo de majistral, gran pérdida de tiempo i de azogue i poco provecho. En estos casos el método americano ocurre a una *tuesta* o calcinacion de minerales

con sal i pirita de hierro, en la cual se destruyen los mensionados compuestos i se someten los residuos de calcinacion al beneficio por el azogue como si fueran minerales de plata córnea. Este arbitrio habia sido conocido en Bolivia en la época anterior al manuscrito de Alcalá como lo demuestra este mismo tratado.

Reasumiendo en pocas palabras lo que se acaba de esponer, diremos que los minerales de plata, considerados bajo el punto de vista que nos sujiere el método americano, son de cuatro clases:

1. Minerales de plata metálica,
2. Minerales de plata córnea,
3. Minerales de plata sulfúrea, simple i sus compuestos,
4. Minerales que contienen gran cantidad de galena i de otros súlfuros, sulfoarsoniuros i arseniuros que acompañan la plata.

A los primeros se aplica la amalgamacion simple sin necesidad de majistral, cal, plomo, estaño o hierro;

A los segundos se aplicará el uso del plomo, estaño o hierro;

A los terceros el uso del majistral;

I los cuartos pedirán una tuesta anterior a la amalgamacion.

En todo caso la cloruracion se hace por medio de la accion simultánea de sulfato de cobre i de sal, lo que equivale a la accion de cloruro de cobre, i la reduccion del cloruro de plata se hará ya por medio de mercurio lo que ocasiona grandes pérdidas, ya por medio de alguno de los mensionados metales o de cobre.

Los defectos en la operacion consisten o en la cloruracion del mercurio, o bien en su sulfuracion (i talvez oxidacion), o bien en la falta de accion de este metal sobre los compuestos de plata. El primero se debe al exceso de majirtaal i se remedia por la precipitacion del óxido de cobre de este último por medio de la sal, el segundo i el tercero se deben a la falta de majistral i se remedia agregando mas de este material.

En fin, la sal hace el papel, 1.º de disolvente, 2.º de elemento que aumenta la conductibilidad en las reacciones electro-químicas, i 3.º de clorurante, tanto en la tuesta como en el patio, ayudada para esta reaccion, por la pirita en las calcinaciones, i por el majistral en la amalgamacion lenta.

Veamos ahora de que modo está tratado i representado por nuestro beneficiador todo este sistema en su mayor desarrollo i en su aplicacion a toda clase de minerales.

El tratado de Alcalá está dividido en tres partes: en la primera, trata del beneficio de los minerales mas abundantes en la naturaleza, minerales sulfúreos, por medio de sulfato de cobre que llama simplemente *cobre* (majistral); en la segunda, del beneficio de los metales de *plomeria* que son de plata córnea por medio del estaño, i en la tercera, del beneficio de los *negrillos* (minerales sulfurados plomizos, cobrizos i arsenicales) por medio de tuesta. Con cierta razon no consagra ningun capítulo al beneficio de los minerales de plata metálica, sin mezcla alguna de *plomeria* o de especies sulfúreas, pues minerales de esta clase son raros i casi nunca el beneficiador tiene seguridad que no contienen otra cosa mas que plata metálica o alguna de sus aleaciones nativas.

*Materiales que se usan en el beneficio del azogue.*—Pero ántes de pasar a este triple beneficio trata largamente dela naturaleza de los materiales e ingredientes que se emplean en la amalgamacion americana, i de los defectos o males que acometen esta amalgamacion, los cuales el azoguero debe conocer con tanta maestría como el médico las enfermedades de sus pacientes. Esta parte el tratado es la mas instructiva i curiosa, i da a entender lo esencial de las operaciones. Asi principiando por el mercurio que en todo hace el primer papel, dice «que el azogue es un metal que es

» lo inanimado no hai cosa mas viva, ni en lo pesado cosa mas lijera(1): su calidad » es fria (2) i mui delicada, porque padece i se disminuye con la mas mínima causa » i ocasion; su inclinacion (3) es nobilísima porque tiene simpatía a los demas nobles metales: que son el oro i la plata, aunque por su mucha actividad se une » bien con otros metales inferiores i bajos.—Es tanto su anhelo de union con la » plata que la busca en lo mas escondido, atropellando por riesgos de malezas (4) » que son cuchillos que lo despedazan i destruyen.—El beneficiador es el que ampara i apadrina al azogue de todos los riesgos i peligros a que está espuesto, » guiándolo por los caminos mas seguros, poniendo reparo a las heridas que le pueden dar sus enemigos, para que sin padecer logre su deseada union con la plata, » sacándola de las estrechas i antiguas prisiones (5) en que la crió el autor de todo » lo criado.»

*Sal.*—«Sin ella no hai metales, que den la plata que tienen, i no siendo como otros materiales que en unos metales se usan i en otros no, ella es la que ha de entrar ántes del azogue. Su calidad caliente (6) i húmeda, i como es contra toda corrupcion tiene virtud de limpiar i modificar cualquier jénero de maleza, i por lo que tiene de morticante las destruye (7) para que el azogue libremente i sin embarazo use de su actividad.—Su principal efecto i operacion que tiene en el beneficio es disponerle al azogue las entradas, franqueándole los pasos i abriéndole los poros del metal (8), que en las partículas mas pequeñas de la harina los tiene, i estos están cerrados miéntras no se les eche sal.»

*Majistral,* sulfato de cobre.—Alcalá lo llama simplemente *cobre* i se contenta con decir que es «*caliente* i seco (9) en mínimo grado», i por esto recomienda a su hijo usarlo con mucho tiento, «porque excediéndose un poco de su medida es destruir el azogue i quitarle el efecto de su actividad.»

*Estaño.*—«El estaño es frio (10), su efecto es el defender el azogue de las malezas que son mui calientes (11) i estas dominan i asisten a los metales pacos de plomería (12) de modo que le sirve de arma contra lo cálido i seco porque uniéndose con el azogue lo conserva a costa de destruirse el estaño totalmente i de la misma manera las malezas.»

*Plomo.*—«El plomo suele suplir la falta del estaño (13) por tener la misma calidad en lo frio i húmedo, si bien es mejor el estaño.»

*Cal.*—«La cal es tambien contra las malezas calientes i secas (14), enemigas del azogue, como son los dos jéneros de caparrosas, la una *millo* i la otra *copaquirra* (15)

(1) El mas pesado de todos los líquidos.

(2) Metal electropositivo, mui clorurable, sulfurable, etc.

(3) Afinidad.

(4) El cloro, el bromo, el azufre, el arsénico, con que la plata se halla combinada en los minerales i los que el mercurio quita a la plata en el beneficio.

(5) Combinaciones naturales.

(6) Clorurante i disolvente.

(7) Disolviendo.

(8) Se sabe que la sal junta con el majistral da lugar a la formacion de cloruro de cobre el cual ataca los sulfuros, que sin esto detendrian la plata inaccesible al azogue.

(9) Clorurante.

(10) Mui clorurable.

(11) Cloro, bromo, etc.

(12) Mineral de plata cornea.

(13) Contra todo elemento electronegativo. El cloro, el bromo.

(14) En Chile se ha hecho uso del plomo en lugar del estaño en la amalgamacion de los minerales de plata cornea.

(15) El *millo* es probablemente sulfato de hierro i la copaquirra sulfato de cobre.

i esta segunda excede a la primera en lo caliente por ser mas cobriza. Estas caparrosas las consume la cal (1): por esto en el beneficio limpia las malezas i todo jénero de grasa. Su calidad es fria: echada en abundancia, cierra los poros, i aunque los metales sean ricos los deja impedidos.»

*Caracteres esteriores de los males que acometen el azogue durante el beneficio.*— Descrita la naturaleza del azogue i de los materiales que se emplean en la amalgamacion, pasa el autor a instruir a su hijo en el conocimiento de los dos males que acometen el azogue durante el beneficio, i contra los cuales tiene la obligacion el beneficiador de librarlo i defender. Estos dos males los llama:

1.° el *plomo* o señas de demasiado calor (2).
2.° el *toque* o señas de frialdad (3).

Digna es de atencion la descripcion que Alcalá da de los caracteres esteriores que toma el mercurio en ambos casos i las modificaciones que en él se advierten a medida que el mal se agrava con la pérdida i consumo de azogue. Asi para dar a conocer lo que es *el plomo*, de este modo se espresa:

«Decimos estar aplomado el azogue porque perdiendo su color cándido i reluciente se pone en el color del plomo i hai cuatro jéneros (grados) de plomo.»

«El primero es estar el azogue entero con una telilla mui sutil en color de perla, no es dañoso; el segundo, azogue tambien entero, pero mui cubierto de una tela mas gruesa de color de plomo, que es un azul oscuro, i refregándole en la chua deja un sarrillo blanco que hace a modo de una lechesilla con el agua. Es dañoso, porque en dejando el azogue en este estado se siguen dos daños: el primero es padecer el azogue e irse perdiendo, que aquel sarro es azogue convertido en escoria o vascosidad por haberlo abrazado el calor (4) de las malezas; el segundo es que le quita al azogue su ectividad para unirse con la plata.»

El tercer plomo o tercer grado de este mal es el estar el azogue dividido en granos independientes unos de otro i siempre del color de plomo, i la tela que le cubre estar granuja o herizada, i estrujándola en la chua hace la leche blanca mas gruesa. Llámase plomo encadenado i es mas nocivo que el anterior, etc.»

«El cuarto es el estar el azogue deshecho i en color de plomo mui obscuro, entrabado en el relave, que parece una ceniza; este se llama plomo deshecho i este es tan nocivo que llevando el heneficio en este término, no hai plata ni azogue en el mundo, para echar rio abajo, etc.»

A continuacion de estos caracteres del mercurio aplomado, hace una observacion mui interesante nuestro beneficiador, diciendo: que las malezas que causan este mal son unas, *naturales* del mismo metal, otras, *supuestas*, provenientes del exceso de majistral que se ha empleado, lo que equivale a decir que el mercurio pueda clorurarse, en parte, con el cloro de la plata cornea, en parte, con el de cloruro de cobre que proviene de la mencionada descomposicion mútua entre el sulfato de cobre i la sal.

Los caracteres del toque son mas difíciles de distinguirse que los del plomo; i por esto con mayor esmero los describe i señala el autor en los terminos siguientes:

«El primer toque, de ménos daño, es estar el azogue sobre mui limpio con un

(1) Las descomdone precipitando el óxido de cobre i el hidrato de peróxido de hierro.
(2) Cloruracion del mercurio.
(3) Sulfuracion i oxidacion del mercurio o falta de accion sobre la plata.
(4) Por haberlo clorurado.

viso mui sutil i en cuerpo que amarilla a modo de un doradito, salpicado de puntillas mui sutiles i resplandecientes (1).

«El segundo grado del mismo mal es estar el azogue algo empañado i cubierto de una tela mui rosada, i esprimiéndola con la yema del dedo en la chua queda la tela (como que fué bolsa de aquel azogue) i estrujándola deja un tiznecillo negro:—se puede todavia tolerar, aunque es de impedimento i embarazo para el azogue.»

El tercer toque «es estar el azogue tambien cubierto de una tela color de barriga de zapo, que es un plateado con viso de chamelote, i hace arrugas, i en este estado está el cuerpo de azogue en la chua largo que parece gusano dejando todos estos toques el tizne negro, mas o ménos negro, conforme la graduacion.»

El toque cuarto (o mas avanzado que los anteriores) «es de mayor daño i consiste en que el azogue, aunque en cuerpo, está cubierto de una telilla negra algo overa, i del mismo color la lis, que es una seja que hace en el relave por la parte de arriba de la chua.

El quinto toque (el mas avanzado) «es estar el azogue dividido en granos i estos mui negros a modo de perdigones, que al que no tuviere conocimiento de azogue le negara talvez por juzgar que es plomo.»

«Todos estos toques, añade el autor, son ocasionados o de las malezas frijidas (2) o del exceso de materiales frios (3); i concluye este artículo con la definicion siguiente de la diferencia entre el *plomo* i *toque*.

«Todo jénero de plomo, en estregando el azogue en la chua deja un sarrillo blanco » a modo de lechecilla (4) i todo toque deja el tizne negro que con el agua se pone » como tinta (5) esto es mas o ménos conforme el plomo o toque.»

Independientemente de estos dos males indica todavia Alcalá: «una otra maleza, no ménos dañosa que las dos pasadas de toque i plomo» i la cual él llama grasa, sin definir naturaleza de ella, ni caracteres ni remedios: dice «que ella impide al azogue el efecto de su actividad, i la tiene por peor que el *plomo* o *toque* por ser vil su operacion,» i miéntras estos hacen el daño a cara descubierta, la grasa se arrima unas veces al plomo otras al toque; al que tiene mas fuerza.»—Supongo que esta grasa puede ser el mercurio deshecho por causa del arsénico cuya accion consiste en dividir el mercurio en partículas mui pequeñas e impedir la union de ellas.

*Descripcion de las lises.*—Descrita la naturaleza de los materiales i de las principales reacciones que se operan en la superficie del mercurio durante la operacion, pasa en seguida el autor a dar una definicion no ménos prolija de lo que es la *lis*:—término algo obscuro o susceptible de equivocaciones, si lo tomamos en el sentido como se da en los mas tratados de metalurjia o química aplicada.

«La lis, segun nuestro autor, es una seja que hace el azogue por encima del relave, habiendo el beneficiador con los broncos de la chua dejado limpio el ensaye con el agua, para reconocer el estado del azogue i sus achaques. Esta es unas veces *lis de pella* (6) otras veces *lis de plata* i otras lis de azogue. Se conoce ser de azogue en dos cosas: la una que aunque blanca i limpia no brilla, la otra que, dándole con el dedo, se convierte en granitos de azogue que corren por la chua. La lis de

(1) Segun parece es seña de la falta de accion del azogue sobre la plata detenida en algun compuesto sulfúreo i los primeros indicios de disposicion en el mercurio para pasar al estado de sulfuro o de subóxido.
(2) Azufre i el prolongado repaso sin accion del mercurio sobre la plata.
(3) Exceso de cal que destruye, descompone el majistral.
(4) Subcloruro de mercurio.
(5) Subóxido. subsúlfuro, etc.
(6) *Pella*, en términos de beneficio es amalgama que está formándose o que está ya formado.

plata se conoce en que brilla, i dándole con el dedo está como plata menudamente limada, que no quiere hacer cuerpo de pella; ántes si, como un afrechillo se levanta sobre el agua: indica que siendo el *cajon* de mucha lei, es poca la carga, i que se le eche mas azogue. Mas, si esta misma lis, dándole con el dedo hace cuerpo de *pella*, esta indicahaber sido la carga o incorporo competente, que con poco mas que se le eche de azogue dará la lei el cajon. La otra que llamamos lis de pella, es un medio que nace dentro de los dos estremos, es decir de la lis de azogue i lis de plata. Esta si es depella se conoce que brilla poco, i en dándole con el dedo, hace un cuerpo de pella mui bañada: si es al principio del beneficio. indica ser el metal de poca lei, etc.»

«En estas tres lises tambien se ven los efectos de plemo, toque i grasa, etc.»

*Ensayesmenores.*—Llegando, en fin, a la descripcion del beneficio mismo.o tratamiento de los minerales por amalgamacion, la última cuestion en que fija su atencion el autor, es «la medida de la carga del azogue en los ensayes menores.» Las observaciones preliminares en que me ha parecido indispensable entrar a principios de esta memoria nos demuestran suficientemente cuanto importa que durante la operacion haya siempre lo ménos azogue posible i se evite su gran exceso, porque los repetidos *repasos* sobre el azogue que no se ha unido o no está al unirse con la plata, lo dividen, causan suboxidacion o sulfuracion i aumentan el *deshecho*. Para evitar este exceso los beneficiadores americanos procuran siempre conocer de antemano la lei i la naturaleza del mineral que quieren someter al beneficio, i para esto adoptan por regla jeneral que se haga uno, dos o tres ensayes menores. Barba, cuyo tratado data desde el principio del siglo XVII, exije que se hagan estos ensayes *por fuego*, i él los hacia por fusion con litarjirio i copelacion, poco mas o ménos como los hacemos ahora. Alcalá, hombre ménos científico pero de mucha esperiencia, dice: «que para conocer la naturaleza del metal es indispensable someterlo en el ensaye menor a las mismas pruebas que lo aguardan en el beneficio en grande;» i segun me parece no carece de razon en esta materia. Sus ensayes menores duran dos o tres dias i en ellos no ahorra ni mercurio, ni otros materiales ni trabajo, para repasarlos de un modo casi continuo. Si en este tiempo el beneficio no presenta grandes dificultades, obtiene desde luego la pella, la lava, estruja i comprime, i por el peso de la pella, conoce la cantidad de mercurio, suponiendo que el amalgama seco comprimido contiene 20 p.°/₀ o la quinta parte de su peso de plata fina. Si este corto ensaye le da a conocer que el metal pertenece a la clase de minerales mui renitentes (negrillos-polisulfuro cobrizos o plomizos) repite su ensaye sometiendo de antemano el mineral a una tuesta con sal i pirita. En todo caso sabrá desde luego si el beneficio del metal pide majistral o estaño; i por otra parte hai ventaja en determinar el peso de la plata que da el ensaye en estado de pella, pues cualquiera inexactitud que recaiga sobre esta última, corresponde siempre a la quinta parte de su peso en plata fina; a mas de esto la cantidad de mineral que se ensaya siendo de una libra es 50 veces mayor que la que por lo comun se emplea en los ensayes por fundicion, i esta circunstancia atenua todavia mas las inexactitudes que pudieran afectar un ensaye menor por amalgamacion.

Reconozcamos pues cuan injusta es la opinion que se emite en los mas tratados de metalurjía i química aplicada, cuando se cree que en los beneficios por el método americano no se hacen ensayes o se procede a ciegas.

Entre las reglas esenciales que recomienda a su hijo, prescribe nuestro beneficiador, que no se emprenda ningun beneficio sin hacer ensayes menores; que cada ensaye se haga a lo ménos sobre una libra de metal; que «no se haga juicio de la lei de los metales por la carga que les echarás de azogue a los ensayes sino por la pella que despues de haberla hecho lavar pesarás bien esprimida»; que en fin, segun el

peso de la pella obtenida del ensaye emplearás la cantidad de mercurio en proporcion siguiente:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | adarme de pella pide | 20 | libras de azogue por | cajon de | 50 qql. | i su lei | es | 8 | marcos |
| 2 | » | » » | 40 | » | » | » | » | 16 | » |
| 3 | » | » » | 60 | » | » | » | » | 24 | » |
| 16 | » | » » | 320 | » | » | » | » | 128 | » |

I luego adviertе que si el ensaye menor da a reconocer que el metal pertenece a la clase de los pacos de plomeria (1) o que contiene mucha caparrosa (2) se emplea el azogue junto con estaño (3) en proporcion siguiente:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Para cada | 10 | libras de azogue | » | » | 8 | onzas de estaño. | |
| » | 15 | » | » | » | 12 | » | » |
| » | 20 | » | » | » | 16 | » | » |
| » | 100 | » | » | » | 5 | libras de estaño. | |

Adviertе sin embargo que no en todo caso se debe tomar por base las reglas indicadas, i que se necesita vijilar continuamente la marcha del beneficio «remitiéndolo todo al crisol de la esperiencia para que allí se conoscan los efectos de discurso errado o acertado.»

Terminadas las instrucciones preliminares que sirven de fundamento a toda la ciencia del beneficiador, vuelve a dirijirse a su hijo el autor, con cierta autoridad i ternura diciéndole: «es fuerza ponerte ahora la chua en la mano. Esta la has de manejar con garboso donaire i aseada lijereza, porque de la misma manera que en el modo de sacar la espada se conoce al valiente, asi en el menear la chua se conoce al que es buen beneficiador; quien en eso no es curioso no lo será en lo demas.»

En realidad la invencion verdaderamente americana i la que, junta con el uso del majistral constituyen el carácter mas distintivo del método americano, es la de los ensayes o *tentadores* por medio de la chua: en ella como en un espejo ve el azoguero la marcha de sus operaciones las mas ocultas i sobre ella, en la superficie del mercurio, conoce sus buenos aciertos, o los males que padece este metal.

Recomienda tambien que las harinas de los metales estén mui sutiles bien molidas, i en caso que fuesen gredosas, es decir arcillosas, adviertе que ántes de echar el azogue se necesita desatarlas i esponjarlas con relaves o arena que son al propósito para el caso; añade que suele haber metal tan tupido i lamoso que necesita que se le echen a 50 qq. otros tantos de relaves o arena. Es lo que precisamente hallamos como cosa nueva en la memoria mas moderna de los señores Malaguti i Durocher, de cuyas investigaciones resulta que la naturaleza del criadero influye mucho en la amalgamacion, siendo los mas contrarios a esta los criaderos arcillosos, mui lamosos (pegajosos, plásticos) i las mas favorables las arenas.

No ménos acorde con los resultados de la citada memoria es un otro hecho que da por regla nuestro beneficiador de Oruro, que al echar agua en los montones se ponga cuidado que ni esté la masa seca, ni quede sobre aguada, sino en buena i discreta proporcion.

Abreviemos ahora la esposicion de las reglas que el autor establece para cada uno de *los tres beneficios*, pues en ellas tenemos repeticion las mas veces de una

(1) Mineral de plata cornea.
(2) Sulfato de cobre.
(3) Amalgama de estaño.

misma cosa i repeticion de los hechos arriba citados. Ya hemos dicho que estos tres beneficios que con tanta sagacidad i juicio distingue el autor se destinan;

El primero para los metales en jeneral, o lo que llama beneficio de azogue suelto,

El segundo para metales cálidos que se benefician por el azogue con estaño,

El tercero para los negrillos por medio de tuesta.

## PRIMERA PARTE.

### Beneficio para minerales en jeneral o beneficio de azogue suelto.

- 1.ª Regla.—A cada cajon de 50 qq se añade de 5 a 6 qq de sal i se incorpora el azogue: para esto se aparta a un lado del cajon cosa de un quintal de arena antes que se haga masa, de modo que esté solo humedecida, para que en esta cantidad que queda aparte, pueda distribuirse con buena union el azogue, etc.; i luego se manda dar tres o cuatro repasos.

2.ª Regla.—El dia siguiente, despues que se haya dado dos o tres vueltas se ensaya el cajon para ver como está el azogue, i en este dia no se hace mas que añadir un quintal de sal sea cual fuere el estado del azogue.

3.ª Regla.—Se principia por dar una vuelta de repaso i luego se ensaya. El azogue anuncia en que disposicion se halla el cuerpo. Si es de toque, se agrega el majistral en cantidad conforme al jénero de toque i la fortaleza de cobre (1); si es de plomo se mandará echar un poco de cal en leche que es desleida en agua. La cal debe ser fuerte i buena.

4.ª Regla.—El 4.º dia se verá en el ensaye que operacion ha hecho el material del dia anterior, atendiendo a un tiempo a la lis, i al cuerpo del azogue, i si se halla con alguna rebeldia se mandará echar mas. Pero si muestra alguna templanza, se mandará solamente repasar, porque a los materiales que son medicinas se les ha de dar tiempo para su operacion.

5.ª i 6.ª Regla.—El 5.º i 6.º dia se hacen los ensayes como en los primeros i si en el sesto se ve el azogue «bien cuajado, ya sobre seco i con buena lis de plata» se mandará echar mas azogue, que esto se llama *yapar*, en cantidad conforme estuviese la lis de plata.

El 7.º, 8.º i 9.º dia repite siempre la misma regla, recomendando sobre todo a su hijo que todos los dias hiciera ensayes en la chua examinando bien el azogue i las lises de cada cajon, i «siguiendo por su antigüedad las hilas»:—«si estuviesen limpios, díce, recetarás repaso, si secos o bien cuajados i en lis de plata, recetarás yapa de azogue, si tocados o aplomados, la cantidad de material correspondiente, evitando siempre el exceso.»

«Si hallares los cuerpos o cajones de cada hilada siendo con poca diferencia de un tiempo i de una lei, con desigualdad en el azogue, como estar unos limpios i bañados. (2) otros limpios, secos o cuajados i con lises fuertes, otros aplomados i otros tocados, recetarás una de las mejores recetas que se puedan dar, siendo a tiempo, que es *casarlos*, que estuviesen los bañados con los secos o bien cuajados, i a los que estuviesen aplomados con los tocados: dilijencia mui provechosa en el beneficio,

(1) Quiere decir conforme a la cantidad del sulfato de cobre contenido en el majistral.

(2) Con exceso de azogue, de manera que refregando con el dedo salen gotillas de azogue.

porque con ella se empareja el buitron i caminan mas aprisa los cajones a la lava.»

Los últimos dias el 11 i el 12 parece fijar principalmente en atencion en la seña que manifiesta el fin del beneficio i que es irse bañando i recojiendo el cuerpo del azogue i aflojando la lis, de modo que lo que ántes fué plata se va llegando a hacer pella i empezando esta a hacer lis de azogue, porque ya no tiene mas que dar el cajon.» Advierte sin embargo que «si hallas algunos cajones con el cuerpo de azogue cuajado i las lises aunque sean de plata ya sin fuerza, mandarlo *yapar* con la cantidad de azogue que conviene ser bastante para juntar aquella lis al cuerpo, i si lo hallas todavia secos o bien cuajados i con lises de plata fuertes, no te aburras ni te enfades sino yapar i mas yapar etc.»

En fin, la última advertencia que hace es que estando los cajones con el cuerpo de azogue recojido i limpio, i la lis de plata mui bañada, i la lis mas ya de azogue, «mandarlos lavar sin dilacion, porque si se esperase mas se perderia mucho azogue, por ir cada dia aquella lis deshaciéndose mas i mas.»

## SEGUNDA PARTE.

### Beneficio del azogue con estaño.

La primera regla se refiere al incorporo, el que se diferencia del anterior en que junto con el azogue se introduce el estaño en cantidad arriba señalada, conforme a la lei del metal. Supongamos dice que el metal es de 20 libras cajon i corresponde a ocho marcos de plata, cojerás otros tantos de azogue i una libra de estataño, mandarás derretir esta en una vasija de barro que le den fuego en un fogon que esté hecho a proposito, i estando ya bien derretido, se le vaya echando azogue poco a poco i con mucha sutileza, i esto meneándolo con un palito, i lo mejor con una cuchara de hierro a priesa, para que quede bien unido el azogue con el estaño, i digo que se mueve a priesa para que con la frialdad del azogue no se haga el estaño pelotillas, i no es preciso echar todo el azogue, que con la mitad o tercera parte basta etc.

De este modo exactamente preparaban los beneficiadores chilenos el amalgama de plomo, llamado por ellos *pir*, que empleaban en el beneficio de las plomerías, es decir de los metales de plata córnea de Coquimbo, Huasco i Copiapó, ántes que el actual beneficio de semejantes minerales en toneles por medio del hierro se haya acreditado en Copiapó.

2.ª Regla.—«El dia siguiente despues que se le haya dado la vuelta de repaso ensayas el cajon o cajones, que siempre hallarás el azogue *tocado*:» en este dia no harás mas que agregar el medio quintal de sal que se agrega en el beneficio del azogue suelto.

Dicho toque del azogue no causa ningun cuidadado al beneficiador, estando seguro que los metales son de plomería: porque dice, en este beneficio lo que se teme es el azogue con el calor del metal (1); no otra cosa.—«Para templar esta calor no es adecuada la cal» (2) «antiguamente se valian del hierro, i en aquel tiempo

(1) Teme la reduccion directa de cloruro de plata por el mercurio.

(2) En efecto, la cal no se reduce por la via húmeda el cloruro de plata, i si causa buen resultado en el beneficio con el majistral es que descompone el sulfato de cobre cuyo exceso produce pérdidas de azogue como tengo dicho.

era el mejor material para beneficiar los metales de plomería; (1) pero la esperiencia ha mostrado que era menester para esto un material que sobre ser frio i húmedo, tuviese natural simpatía (2) al azogue, para que uniendo con él lo ayudase a conservar la humedad contra lo seco de aquellas cálidas malezas. (3)—I mas adelante dice, «aquel toque artificial sirve al azogue de arma defensiva para que en tanto que las cálidas malezas que he dicho del metal de plomería batallan con el estaño, logra el azogue la ocasion de unirse con la plata » (4) Advierte pues que el quedar corta carga de estaño es de mucho daño i aun mas que el que causa el exceso; i por esto encarga mucho que se procure saber siempre la lei de los metales que se han de beneficiar ántes de incorporarlos, que como no se ignora se medirá la cantidad del azogue i estaño con acierto etc.

El 3.° i el 4.° dia quedará todavía tocado el azogue, i no habrá mas que dar repasos. Mas si al 4.° dia aparece el cuerpo del azogue erizado de unas puntillas de plomo i la lis se va aplomando, es seña de que fue corta la carga del estaño i tambien la del azogue i que es el metal de mas lei, i en este caso recetarás yapa de 5 libras de azogue i 4 onzas de estaño.

De este modo procede dando reglas hasta el 16.° dia del beneficio, repitiendo casi lo mismo i recomendando a su hijo que hiciera ensayes todos los dias i asistiera continuamente a la obra; no siempre aconseja repetir yapas aunque vieras el azogue aplomado, sino deja el beneficio a sí mismo i manda repasar. Otras veces cuando en algun cuerpo aparece el azogue tocado, en otros aplomado, manda *casarlos* i apercibiendo en ciertos casos que el mineral demora mucho en rendirse receta que se eche un tercio de azogue mas de lo que prescribe de antemano. En fin, advierte que los metales de esta clase, algunos piden 20 o 21 dias de beneficio, otros hasta 30 dias i mas.

## TERCERA PARTE.

### En que se dan reglas para el beneficio i las quemas de los metales negrillos.

En esta parte principia nuestro autor por dar a conocer los nombres de los metales que considera como *negrillos*, es decir, cuyo beneficio no se puede efectuar sino mediante una calcinacion previa al beneficio por azogue. Habla del *acerado cochiso* (que debe ser plata sulfúrea pura o cobrisa), de *rosicler*, de las diversas especies de *soroche* (galena i cobres grises platosos,) del *chumbe* (blenda) i de diversas especies de bronce (piritas blancas, amarillas, cobrisas, arsenicales etc.,) en una palabra comprende bajo el nombre de negrillos todos los minerales que en la actualidad se

(1) Prueba que el uso del hierro en el beneficio de los minerales de plata córnea no es de nueva invencion, pero ignoro en que forma i estado se empleaba este metal.

(2) Afinidad con el azogue, se sabe que el hierro no se amalgama i el estaño sí.

(3) Contra el cloro.

(4) Lo mismo dirá la ciencia en otros términos.—Siendo el estaño mas clorurable, i mas electro positivo que el mercurio, se une con el cloro de la plata córnea, i en el mismo instante la plata al estado naciente se une con mejor prontitud con el azogue, la misma razon ha inducido a los beneficiadores modernos a emplear el amalgama de cobre en el beneficio de Guadalupe i Calvo en Mejico, i el amalgama de zinc en las mejoras propuestas por Bowring.

consideran como minerales sulfúreos antimoniales o arsenicales, cobrisos o plomisos: minerales que piden un beneficio por fundidicion.

Curioso es el ver lo que dice para dar razon porque los *pacos* no necesitan quema i los negrillos si. «Digo que muchas son i diversas las malezas que se crian con la plata en los metales *pacos*, mas no tienen que ver con los que abundan en los negrillos, i esto con tal diferencia, que aquellas las dispone, las templa i las vence el efecto i propiedades de la sal i tambien la operacion de los otros materiales, pero a estos por la rebelde frialdad i suma crudeza que de su naturaleza i propio ser temen no hai cosa que baste a vencerlas ni aun templarlas. Solo el fuego las abianda, solo su voracidad las morijera i solo su poder acaba con ellas para que dejen libre la plata i se una con el azogue.»

Luego añade que en esta operacion el beneficiador debe evitar tanto la falta como el exceso del fuego: con la falta, quedará la plata con impedimento i sin la actividad necesaria para la union con el azogue i por el exceso de la quema, «se embravecen las alemlezas i pasan de un estremo a otro, mudando de armas contra el azogue i la plata» ¿de qué modo pues evitar estos escollos? Para esto aconseja que se hagan ensayes en pequeño i en particular que se haga un triple ensaye en una olla, esponiendo el primero a una quema mui lijera, la otra a un fuego mas intenso i el tercero a un fuego mas activo i por mas tiempo.

En todo caso advierte que la mejor seña de que el mineral ha sido suficientemente calcinado es que perdió su brillo (brillo metálico) que era la seña de su crudeza.

Pasando en seguida a la operacion misma, dice que la quema debe hacerse en los *reverberos* i en caso de no tener a la mano un horno de esta naturaleza podria el beneficiador valerse de cualquier otro, que el mineral debe ser molido, i contrayendo en primer lugar a la quema del metal acerado cochizo manda que se haga la quema primero en un ensaye *perdido* (preliminar) conformándose en seguida con una operacion en grande a lo que se observara en dicho ensaye.

En este ensaye se echará a una libra de metal cuatro onzas de chacurrusca (pirita) (1) i lo pondrás a quemar, i con esta cuarta parte quemará tres ensayes, otros tres con media libra de chacurrusca a una de metal etc. «El efecto de la chacurrusca, dice, es abundar en azufre i para quitar éste las fuerzas no se ha hallado otro contrario que la sal.»—Por esto aconseja en seguida, que se eche una onza de sal a una libra de metal, i que esto se haga durante la calcinacion como se suele aconsejar actualmente para evitar grandes pérdidas en el consumo de sal.

Del mismo modo, poco mas o ménos, aconseja proceder con la quema del resider, de los soroches i de los chumbes, consistiendo su método principalmente en la necesidad de multiplicar los ensayes con diversos grados de calor i prolongando mas o ménos el tiempo para saber lo que conviene al beneficio en grande. Estos ensayes llama *perdidos* aunque dice que no son perdidos sino ganados, i los llama perdidos porque se ha de hacer con ellos lo que un boticario con las yerbas medicinales que despues de haber sacado la virtud en el conocimiento las arroja, i lo mismo ha de suceder con el ensaye, despues de haber sacado de él la lei i el conocimiento.

Llegando a los minerales que llama *mulatos* por su mezcla de metales frios i de pacos o plomerias, manda que se haga un ensaye *por crudo*, i el que aplomase un azogue, es su beneficio por crudo; al contrario, el que no aploma el azogue i ántes lo locase necesita precisamente la quema.

I en fin, hechos los ensayes *perdidos*, que han de enseñar el punto fijo de la quema, i la lei como tambien si se necesita añadir chacurrusca (pirita) o no, «manda cargar el horno con 25 qq o los que cupieran de harina de metal negrillo, se lo es-

(1) Se sabe que en las calcinaciones por el método de Freyberg se procura tener 20 a 30 % de pirita con el mineral crudo.

tiende bien por todo el horno i se le da fuego.» «Estando el metal hecho arena, se le da una *moyadura* (1) buena con el rodadillo por todo el horno. en seguida se cierra el horno i embarrado su boca o bocas, se le vuelva a dar fuego,» pero no por mucho tiempo sino cosa de una hora o tres cuartos de hora. Abrese de nuevo el horno i se le da otra moyadura igual a la primera. Dice en seguida. «En habiéndosele dado tres o cuatro moyaduras pides un ensaye» i manda que se repitan ensayes a cada moyadura hasta el punto de ver el metal buemado al mismo grado que lo habian enseñado ántes los *ensayes perdidos* que era el punto de quema mas adecuado al beneficio.

«Estando ya, dice, el quemadillo en el Buitron que asi lo llama comunmente el metal negrillo ya quemado i fuera del horno, es escusado dar reglas para su beneficio cuando se tienen en el del azogue suelto de la primera parte: porque no es otra cosa el quemar con acierto los metales negrillos que ponerlos en la proporcion de los metales pacos (2), supliendo con el arte i la industria lo que le falta a la naturaleza etc.»

Procédese entonces al acomodo de los cajones, tortas o montones, i «estando ya hecho el *hormiguillo* con agua i la cantidad de sal que dije en la primera i segunda parte, se manda sacar una guia (como de un quinto por separado) i si en esta estuviere el azogue redondo en cuerpo i con solo el color de perla, se le manda echar el azogue en la cantidad correspondiente a la lei como está dicho en el primer beneficio. Si el azogue de la guia estuviese con plomo que pase de color de perla, no lo incorpores hasta limpiarlo con cal (3) esta ya he dicho bastantemente con el tiento que se ha de usar.» «Si por accidente de descuido u otra cosa no hace la guia el azogue con plomo, sino ántes tocado, tampoco lo incorpores sobre aquel toque, sino, conforme lo poco o mucho de él mandarle echarle cobre, i éste en la cantidad que solo baste a quitar la frialdad del toque que causó la falta de quema, i en haciendo la guia despues del cobre el azogue de buena proporcion como arriba he dicho bastantemente, que ni esté con toque ni calor, mandarlo incorporar. Si se reconociere que fué mucha la falta de la quema. i por eso el toque en estremo, no le quieran remediar a fuerza de cobre que es un disparate, sino quemar otra hornada, que sea antipoda de la que salió con falta de quema i casar en el buitron, i digo antípoda porque conforme la falta de la una, ha de ser el exceso de la otra.» (4)

Al terminar su *directorio*, como lo llama el autor, da todavia una receta para la preparacion del majistral que tiene algo de nuevo para nosotros, i por esto voi a citarlo testualmente:

«Suponiendo que en el horno caben con desahogo 25 quintales, se mandará cargar con 15 quintales de harina de metal de cobre (5) i 5 quintales de relaves, sean de los que se fueren, porque estos sirven para esponjar la harina del cobre, que ha de

(1) Una buena vuelta por todo el horno.

(2) En esto tambien la observacion de nuestro beneficiador concuerda mui bien con lo quo la ciencia nos enseña, diciendo que la calcinacion de los minerales sulfurados con pirita i sal los convierte en minerales clorurados o de plata córnea.

(3) Se entiende que una calcinacion puede producir mucho sulfato de cobre el que daria un exceso de cloruro, cuyo efecto es de atacar al mercurio.

(4) Todo en este raciocinio es lójico i conforme con los principios admitidos en la ciencia. Un mineral piritoso, calcinado de manera que quede con gran exceso de sulfato, causaria una gran pérdida en azogue sino se destruyese una parte de este sulfato mediante la cal, pero una calcinacion incompleta, daria por residuo un mineral todovia sulfurado que no se podria amalgamar sino mediante un gran exceso de majistral que se hallaria en un mineral mui piritoso tostado completamente i de manera que quedase mucho sulfato de cobre o persulfato de hierro no descompuesto.

(5) Pirita cobriza o sulfuro de cobre.

ser lo mas sutil que se pudiera: i cargado el horno con lo dicho i bien pampeado (2) i embarradas las puertas del horno se mandará dar el fuego mui violento hasta que se haga ascua, i luego le vayan dando las mojaduras de la misma manera que dije arriba en la quema del metal negrillo hasta que se vea por un ensaye, que ya amortiguado lo brillante, porque el metal de cobre tambien brilla mucho, por ser jeneralmente o acerado con mezcla de bronce i quijo, o bronce solo mui dorado i reesplandeciente. i estando como digo amortiguado se le mandará por arriba i por todas partes que es por las bocas del horno, echar cinco quintales de sal molida, i que con ella le den una buena mojadura para que se mezcle igualmente; i despues que esté bien húmeda la sal con el cobre vuelvan a embarrar las bocas del horno, i a darle fuego mui violento como cosa de dos horas.»

«Habiéndole dado el fuego que he dicho, se le mandará dar otra mojadura bien dada, i de este modo se irá siguiendo sus movimientos a cada mojadura con ensaye que se hará con azogue, hasta llegar al punto en que ha de quedar. Este consiste en que luego que se le eche el azogue, despues de haberse enfriado en la chua, lo corte, i con el repaso lo desmenuse i convierta en ceniza en un plomo mni azul i obscuro: i estando en este tiento no se le dé mas fuego i que embarren las bocas del horno, chimeneas i todas las respiraciones, i que asi se enfrie en el mismo horno. I estando ya frio se mandará sacar en caperuzas sin que llegue al suelo i que lo lleven a la parte adonde se le ha de tener. Esto encargo sea debajo de techado donde no haya humenad ninguna i que sea con todo abrigo; porque este material es como el aguardiente, que si no lo tapan desprende en vapores su fortaleza, etc.»

El cuidado que pone el beneficiador en el modo de enfriar i guardar el majistral «con todo abrigo» está fundado en una suposicion errónea que el majistral debe ser *anhidro*, es decir, sin agua, para que obre sobre los súlfuros. Mas lo que mas hallo de particular en el citado trozo es que el beneficiador de Oruro en lugar de emplear sulfato de cobre o persulfato de hierro como se cree que hacian siempre los beneficiadores americanos en el beneficio por azogue, emplea en realidad cloruro de cobre ya preparado, o talvez en parte oxicloruro de cobre que se formarán en la calcinacion de las piritas cobrizas con sal; medida propuesta en estos últimos tiempos por Bowring, i la que seguramente no será mui ventajosa para el beneficio si en realidad el oxicloruro de cobre no ejerce ninguna accion sobre la plata sulfúrea como lo demuestran los esperimentos de Malaguti i Durocher.

En los últimos renglones de su tratado procura todavia Alcalá esplicar a su hijo con qué objeto emplea sal en la quema del majistral, i no deja de ser orijinal su modo de espresarse. «Quiero, dice, que sepas porque es preciso para hacer este material del cobre echarle la sal que he dicho, porque talvez no te lo pregunten i quedes con la fealdad de no saber responder. La sal, como he dicho es caliente i húmeda, el metal de cobre, quemándolo, es caliente i seco; la parte caliente de la sal le aumenta lo cálido i la parte húmeda le proporciona (2) lo seco del cobre, i lo defiende de que la voracidad del fuego le consuma el ser como quien todo lo consume. Finalmente la sal lo conserva i le da mas vigor para su efecto, pues vemos que aun relaves simples, quemándolos con sal se vuelven cobre, o tienen sus efectos, por mejor decir, que estos son los que llamamos majistrales, etc.»

Este argumento, que parecia mni claro al autor, puede servir de muestra i dar idea de la parte teórica de su arte i del lenguaje como tambien del raciocinio que se usaban entre los beneficiadores. Por absurdos que nos parezcan en el estado actual de la ciencia estas nociones del *frio* i del *cálido*, del *seco* i del *húmedo*, que

(1) Estendido igualmente sobre todo el plan del horno,

(2) Probablemente quiere decir le modera o morijera lo seco: calidad perjudicial a la amalgamacion.

debian disponer de las combinaciones i descomposiciones de los cuerpos, ellas sin embargo han servido en su tiempo a coordinar i unir en su sistema infinidad de hechos bien observados que el jenio, la perseverancia i el trabajo del hombre, en parte la casualidad han descubierto, ántes que la verdadera ciencia viniese a instruirnos en el conocimiento de las bases mas firmes i mas profundas.—Del modo algo semejante, aunque sobre escala mucho mas vasta las ideas de lo *electropositivo* i lo *electronegativo* de los cuerpos hacen hoi dia un gran servicio a la ciencia, fijando relaciones entre sin número de hechos i fenómenos nuevamente descubiertos, aunque consideradas en sí mismas estas espresiones no seaan tal vez mas claras i mejor dispuestas para contentar la razon que lo *cálido* i lo *frio* de los antiguos.

Hecha el análisis del precioso manuscrito que acabo de recorrer en sus partes mas esenciales, no será sin intecres el echar todavia un golpe de vista mas atras sobre la famosa obra del cura de Potosi *Arte de los metales*, escrita un siglo i medio ántes del citado manuscrito, impresa por la primera vez en 1640 en Madrid, reimpresa en 1729 i traducida al francés en 1751. Esta obra es un tratado completo de metalurjia i abraza todo lo que se consideraba como mas acreditado en la ciencia en aquel tiempo. Principia por dar nociones bastante exactas sobre las propiedades de los metales i de sus minerales, que si en la parte teórica se hallan impregnadas de ideas erróneas de los alquimistas, relativa a la transformacion de los metales unos en otros i la perfeccion del oro, son sin embargo bastante exactas i verdaderas en cuanto a los hechos que se observan i las propiedades esenciales de los cuerpos. En este primer libro se nota en todo bastante método i claridad, i se vé que Barba a mas de poseer el conocimiento de los autores mas célebres de aquella época en Europa, unia tambien a su erudicion cierto espiritu investigador, orijinal i lójico.

En el segundo libro habla del beneficio por amalgamacion i esta parte especialmente se aplica al asunto de que tratamos. Alli se ve que la calcinacion de los minerales de plata entraba como una de las operaciones esenciales en el beneficio americano en el Perú i todo lo que dice sobre ella de su propia esperiencia i observacion, es digno de atencion de parte de los metalurjistas. Divide todos los minerales en *pacos*, *mulatos* i *negrillos*: los primeros para él, son de plomeria (de plata cornea) a los últimos refiere el *cochiso* (plata sulfúrea) el rosicler, los soroches, etc.; i los mulatos segun parece no son otra cosa mas que mezclas de los anteriores. Exceptuando los primeros entre los cuales conviene en que hai algunos que no necesitan quema, todos los demas manda someter a una quema en regla. En la quema, dice, se forma mucha alcaparrosa que destruye i aploma el azogue; i para librar este último de su enemigo aconseja lejiar los residuos de la calcinacion ántes de beneficiarlos por azogue. Sabemos que en tal caso una gran parte de plata se disuelve al estado de sulfato si no se ha empleado sal en la calcinacion, i aun se disuelve cloruro de plata en la disolucion de los cloruros metálicos si se ha empleado en la calcinacion bastante sal para clorurar los metales. No lo ignoraba todo aquello Barba, i advierte que al disolverse alcaparrosa en agua se disuelve tambien algo de plata, i por eso manda pue estas aguas se reconcentren por evaporacion i se empleen en lugar del majistral para el beneficio de los metales frios.

Barba no era un simple beneficiador, hombre de pura rutina, sino un sabio instruido en toda clase de conocimientos científicos de aquel tiempo; investigador i químico que procuraba someter las cuestiones aun mas difíciles al fallo de sus esperimentos de laboratorio. Por esto todo lo quiere esplicar, aun cosas que para su época eran del todo inesplicables. Es curioso de qué modo suele a veces llegar a los resultados bastante exactos por un camino estraviado. Quiere por ejemplo dar razon por qué se ha de agregar pirita en la calcinacion de los minerales. Para esto da por hecho

que el hierro hace rebeldes a la calcinacion los minerales de plata, que tambien el azufre destruye los metales i a ninguno tanto como el hierro; contenidos pues ambos en un horno donde los minerales se funden o se calcinan, el hierro i el azufre, estos dos contrarios luchan, combaten uno contra el otro, se destruyen mútuamente i dejan el oro i la plata enteramente libres. Por esto tambien dice, se purifican los minerales que tienen azufre i antimonio, mezclándolos i calcinándolos con escorias de hierro.—Los minerales que contienen betun blanco o negro, (que segun me parece debe ser arsénico) se calcinan mui bien con las escorias de hierro i la harina de piedras blancas de que se hace cal. Sábese en realidad que se usa en ciertos casos con ventaja el carbonato de cal en la calcinacion de minerales i ejes de cobre que se intenta someter al beneficio de amalgamacion. (Lib. 2.º cap. 2).

Recomienda sobre todo que se hagan ensayes de los metales por fuego ántes de *incorporar*, para saber que lei tienen, que tambien se reconozca por medio de agua caliente para ver si contienen alcaparrosa, i que se hagan ensayes por mercurio como se hace en grande para prever la marcha del beneficio. Si el mercurio toma el color i la forma de limadura de plata, i esas limaduras se ponen mas i mas sutiles i menudas, prueba que se puede proceder sin el uso del remedio ni del majistral; i cita que se benefician los minerales de Verenguela de Pocages solo con azogue i sal sin agregar material alguno. Si el mercurio toma el color de plomo se agregan materias que pueden ser: hierro calcinado (?), plomo, estaño, cal viva i ceniza, i se añaden estas materias poco a poco. Si en fin el mercurio se divide en mui pequeños globulillos i conserva su brillo, prueba que el mineral no tiene plata, o si la tiene, el mineral necesita calcinacion, i se conoce por su brillo. (Cap. 12. lib. 2).

Eu la calcinacion no aconseja emplear la sal; i da señas bastante exactas para saber cuando el mineral ya está calcinado i se puede parar el fuego, i aconseja en seguida hacer un ensaye de la harina calcinada, echando sobre ella agua caliente para ver si se disuelve en ella plata (sulfato de plata) i si contiene alcaparrosa tomando en tal caso el hierro sumerjido en ella color de cobre.

Durante el beneficio en grande manda examinar constantemente la *lis*, i distingue tres especies de lis, que son: lis de azogue, lis de plata i lis de remedio; esta última aparece cuando para el buneficio se emplea algun remedio como estaño o plomo (amalgama de estaño o de plomo).

No permite que se eche de una vez todo el mercurio i todo el remedio, sino que se añadan por pequeñas cantidades, principiando por incorporar la tercera parte de azogue i la mitad de estaño o plomo que pide el cajon;—mas si se emplea sal se ha de agregar toda a un tiempo i dejar reposar el cajon con este material por dos o tres dias ántes de introducir el azogue. (Cap. 16).

Tampoco oconseja repetir a cada instante el repaso, sobre todo al principio del beneficio; porque el mercurio, dice, ántes de unirse con la plata, es mas espuesto a dividirse en pequeños globulillos quo despues.

Pasa en seguida a los *accidentes* o enfermedades que sufre el beneficio i los remedios que se aplican.—El primer accidente es cuando el mercurio está *tocado*: esto lo atribuye Barba al exceso de plomo, estaño o cal que se han añadido al beneficio; i en tal caso aconseja continuar los repasos, o mejor todavia agregar alcaparrosa. Esta última, disuelta en el agua, convierte. segun Barba, los demas metales viles en cobre i de este modo les quita la calidad fria con que amortiguan el azogue; miéntras que ella misma adquiere a un tiempo calidad caliente, que es la propiedad de cobre, con lo cual vuelve a animarse el azufre. Por esta razon, dice Barba, se echa cobre molido en los cajones para producir el mismo efecto. Da tambien diversas recetas para preparar el majistral que se emplea en estos casos, entre otras, aconseja calcinar el mineral de cobre, i despues de haberlo molido, manda se le amase con sal

i un poco de agua. De esta masa acoseja hacer panes que se han de calcinar por segunda vez. Tómase para esto dos partes de metal de cobre por uno de sal i se agrega a cada quintal de esta mezcla un marco de limadura de cobre.

El segundo accidente es cuando el azogue toma color de plomo en los cajones. En tal caso manda agregar *remedio*, i en particular aconseja emplear *hierro* (sin decir de qué manera). Lo que llama remedio es en jeneral todo ingrediente frio: como plomo, estaño, cal, etc.; recomienda que no se añada demasiado remedio, i aconseja apartar desde luego la tercera o la cuarta parte del cajon, echar sobre ella el remedio i repasarlo para que todo esté bien mezclado i en seguida incorporar esta parte en el cajon.

El tercer accidente es cuando el mercurio se separa en pequeños granos que quedan separados i no se reunen en gotas: eso, segun Barba, es seña de alguna suciedad que cubre el mercurio, i para remediar este mal aconseja agregar relaves calcinados (es decir, cierta cantidad del mismo metal calcinado) o bien, lo que le parece el mejor de todos los remedios es alumbre.

En jeneral si comparamos el antiguo tratado de Barba con el de Alcalá hallamos en este último un método mas práctico, de aplicacion mas fácil i muchos mas detalles en la descripcion de las operaciones que en el libro de Barba. Las señas que da el beneficiador de Oruro de los accidentes i remedios, de la marcha del beneficio i de su término, son mui dignas de atencion i de estudio, i como todo en su doctrina es efecto de observacion sin grandes pretensiones a la ciencia, rara vez cita un hecho que no sea verdadero i que no se pueda admitir en el estado actual de la ciencia. Mas instruido i versado en toda clase de estudios el cura de Potosí, se fija ménos en la parte rutinera del oficio: preocupado de las ideas especulativas de los alquimistas i filósofos de su tiempo, cita a cada paso a los autores de mas fama, forma teorías i procura estenderlas a todos los casos i hechos aun mal observados e inseguros.



Pero lo que resulta del exámen comparativo de ambas obras es que desde el principio del siglo XVII, tiempo en que Barba inventó su método de cocimiento (1609) hasta la fecha del manuscrito de Alcalá (1789), es decir, en el trascurso de 180 años el método americano no ha recibido casi ninguna modificacion notable, ni ha variado en sus operaciones mas esenciales. Aun el método de *cocimiento*, tal como se halla descrito en el libro tercero de la obra de Barba, no es mas que el mismo método de amalgamacion de Medina, ejecutada en calderas metálicas con el auxilio de calor i de unos molinetes.

Barba advierte que por este método todos los metales de plomería aun mui gruesa reciben un beneficio directo en 24 horas i que los demas metales pueden tambien beneficiarse por cocimiento dándoles de antemano una tuesta o quema; que tambien las calderas de hierro serian tan buenas para el mismo efecto sino tuvieran influjo sobre las caparrosas cobrizas producidas en la calcinacion de los minerales. Todos estos medios unidos al uso de los minerales han podido sujerir ideas al baron de Bronn para la invencion del método sajon. Es tambien de observar que entre los medios propuestos por Barba para la aplicacion de su método a ciertos minerales hallamos el uso de alumbre o bien de caparrosa cobriza i de cobre, medios que se habian puesto en práctica en estos últimos años en Europa i propuestos en la citada memoria de Malaguti i Durocher.

No hablaré aqui del 4.° i 5.° libro de la obra de Barba que tratan de los minerales de plata por fundicion con materias plomizas i por refinacion o copelacion. Diré solamente que en aquel tiempo ya se sabia que todo mineral de plata rico se beneficia con mayor ventaja por fundicion que por amalgamacion (Lib. 4.° cap. I) i que el uso del beneficio por fundicion ha sido conocido en todo tiempo en las minas del Perú; que tambien en aquella época se conocia mui bien la diferencia entre los

hornos de reverbero, hornos castellanos i hornos de copelacion i los métodos de fundicion consistian, unos, en una verdadera escorificacion de los metales ricos por medio de plomo metálico en hornos de copelacion, otros, en fundiciones de los minerales ménos ricos con soroches o minerales de galena en los hornos de reverbero i otros en fundiciones mas fáciles con litarjirio producidos en las copelaciones.

Es por consiguiente notable que en aquel libro tan antiguo hallemos principios fundamentales de toda la metalurjia de la plata, como la practican los hombres de profesion los mas hábiles de nuestra época; i si exceptuamos el adelanto i cierto grado de perfeccion que ha adquirido desde entónces la construccion de los hornos i de las máquinas, como tambien el conocimiento mas profundo de la composicion de los minerales, de los productos metalúrjicos i de las mezclas, si exceptuamos la licuacion, método ya desacreditado, i otros dos o tres todavia poco conocidos, relativos al beneficio por disolucion, nada de nuevo quizás en lo relativo a las principales operaciones i procedimientos metalúrjicos se ha inventado desde entónces para la estraccion de la plata. Es, sobre todo, fuerza confesar que en tiempo de Barba, hace dos i medio siglos no se consideraba el beneficio de los metales frios, ya por fundicion, ya por amalgamacion, como desconocido, ni como misterio o empresa arriesgada que pide premios i privilejios esclusivos de parte del Estado, como se suele oir todavia entre la jeneralidad de los mineros en nuestra época, tan fecunda en empresas industriales.

Volviendo en fin al objeto principal de esta memoria, es decir, al método de amalgamacion americana, podemos sacar por consecuencia de todo lo espuesto:

1.º Que la amalgamacion americana, tal como se ha practicado en América de dos i medio siglos a esta parte, no era un simple método limitado al uso de majistral i repaso de los cajones, como se suele decir en varias obras de química i metalurjia, ni consistia siempre en una cloruracion i amalgamacion simultánea, sino un sistema completo para toda clase de minerales, variado segun la naturaleza de ellos.

2.º Que en jeneral consistia de 4 o 5 procedimientos diferente, que eran:

Beneficio por majistral;

Beneficio por estaño o plomo.

Beneficio sin ningun ingrediente, ménos sal i mercurio;

Beneficio por tuesta i amalgamacion;

Beneficio por cocimiento, sin tuesta o con tuesta para metales ricos.

3.º Que en estas diversas modificaciones del mismo método americano hallamos jérmenes e iniciativas de todos los métodos mas modernos europeos; i si hemos de señalar lo que es mas distintivo en el método americano, es sin duda la accion lenta del majistral i de los amalgamas de plomo i del estaño en los dos primeros jéneros de beneficio como tambien el uso de la chua para ensayes.

4.º Que este método, desde su descubrimiento por Medina ha tomado mui pronto un desarrollo tan sorprendente que a principio de este siglo Sonnenschmidt lo halló en Méjico casi en el mismo estado en que lo describe Barba a principios del siglo XVI, i que, si atendemos a las circunstancias en que este método halló su aplicacion i resistió a las mayores dificultades que la naturaleza de los principales parajes de minas del nuevo continente le opuso, no hallamos tal vez infundada la siguiente opinion de Sonnenschmidt:

«La amalgamacion de Nueva España que regularmente llaman beneficio por patio, ha subsistido casi dos siglos i medio (1) i subsistirá miéntras tanto subsista el mundo.» (Tratado da la amalgamacion de Nueva España cap. XXVI).

(1) Sonnenschmidt escribió a principios de este siglo—Medina incentó su método en 1557.